

明細書

気相成長方法および気相成長装置

技術分野

[0001] 本発明は、気相成長方法および気相成長装置に関し、特に、均一なエピタキシャル成長層を形成する気相成長方法および気相成長装置に関するものである。

背景技術

[0002] 半導体の製造方法において、基板の表面に酸化膜、窒化膜またはシリコン膜などの薄膜を形成する装置には、熱CVD装置、プラズマCVD装置、エピタキシャル成長装置などが用いられる(特許文献1参照)。図6に、従来より知られているMOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition:有機金属化学気相蒸着)装置の1例を示す。このMOCVD装置は、原料ガスが流路を横方向に水平に流れることから一般に横型MOCVD装置と呼称される。横型MOCVD装置は、図6に示すように、直方体形状のチャンバ1で構成される反応室2と、反応室2を貫通する流路5を有する。流路5は、一端にガス供給口3が設けられ、他端にはガス排出口4が設けられている。また、流路の略中央部には、開口部6が形成されており、開口部6には、サセプタ9が設置され、サセプタ9は、被処理基板7を保持する基板保持部材8を有する。また、サセプタ9の下部には、被処理基板7を加熱するための基板加熱ヒータ10が、設置されている。

[0003] これらの配置関係は、流路5内の基板保持側の底面20と、基板保持部材8の表面21とが、同一平面上に位置するように設置されている(特許文献2参照)。さらに、基板保持部材8に形成した凹部に被処理基板7を載置し、基板保持部材8の表面21と、基板の結晶成長面22とが同一の平面となるようにすることによって、被処理基板7の結晶成長面22も、同一平面上に位置するように設置される場合もある(特許文献3参照)。基板の成膜時においては、原料ガス15がガス供給口3から流路5内へ導入され、基板加熱ヒータ10によって、被処理基板7上での成膜化学反応が促進されることにより、被処理基板7上に薄膜形成を行なう。そして、被処理基板7上を通過した原料ガス15は、ガス排出口4より排出される構造となっている。

- [0004]かかる横型MOCVD反応炉では、品質の良い優れた結晶成長を実現させるために、流路5内を流れる原料ガス15が、高温のサセプタ9上にある被処理基板7付近で、原料ガス15の流速分布や温度が空間的に均一であり、原料ガス15の流れに渦や乱れが発生しない層流となるように、原料ガス15の流し方や温度の制御、反応炉の各種構成などに工夫が必要である。なかでも、基板保持部材8の表面21と流路5内の基板保持側の底面20の相対的な位置関係によって、被処理基板7近傍の原料ガス15の流れが大きく変化し、薄膜の均一な形成に大きな影響を及ぼすため、相対的な位置関係の精度は0.1mm以下の精度が要求され、位置決め精度が非常に重要な課題となる。
- [0005]このため、製造プロセスにおける静的な状態を改良する方法として、たとえば、サセプタの上流側に、サセプタに近接して、原料ガスを予備加熱するための加熱手段を設けて、加熱時の上昇気流により、乱流化した原料ガスを層流に復帰させ、基板上で原料ガスが層流となるようにする手段が開示されている。また、再乱流化する位置をより下流側に移動させて、基板上の層流化を確実なものとするために、サセプタの下流側にも、サセプタに近接して、加熱手段を設ける方法も有効である(特許文献2参照)。
- [0006]同様に、製造プロセスにおける静的な状態を改良する方法として、たとえば、基板を保持するトレーを回転させながら気相成長させ、また、トレーを配置する凹部の内周面と、トレーの外周面との間隙を、原料ガスの上流側より下流側で大きくする技術が開示されている。これにより、トレーを配置する凹部からの発生ガスを、間隙の大きい下流側の間隙から流出させ、間隙の小さい上流側からの流出を抑制し、成長する薄膜に発生ガスが取り込まれないようにし、高品質なウェハを得ることができるとある(特許文献3参照)。
- [0007]また、横型MOCVD装置においては、流路内の基板が載置されている側に対向する側の底面と基板との相対位置を、薄膜形成中に大きく変更することにより、異なるガス流に交互に曝して、異なる薄膜を交互に成長させる技術が開示されている(特許文献4参照)。さらに、薄膜形成後の改良方法としては、抵抗ヒータなどの加熱手段を設けたサセプタを冷却するための冷却ガス噴出部をサセプタの外周近傍に設けた気相

成長装置が開示されている。この装置によれば、冷却ガスを利用してサセプタを迅速に降温することができるので、均一性や膜質を損なうことなく、スループットを向上させることができるとある(特許文献5参照)。

特許文献1:特許第3338884号公報

特許文献2:特開平5-283339号公報

特許文献3:特開平11-67670号公報

特許文献4:特開平5-175141号公報

特許文献5:特開2000-114180号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] このように気相成長装置では、高品質な結晶成長を実現する上で、被処理基板近傍における原料ガスの均一な流れが重要であるため、高精度な構成部品を用いるとともに、高精度に構成部品の位置決めを行ない、理想的な原料ガスの流れが得られるように組み立てが行なわれる。

[0009] さて、近年、より高度な結晶成長を行なうために、たとえば、異なる特性の膜を連続して積層成膜する目的で、結晶成長を行なう処理プロセス中に、被処理基板の温度を変更することが行なわれている。しかし、その場合には、つぎのような課題がある。図7に示すように、被処理基板7の温度の変更は、基板加熱ヒータ10への供給電力の変更によって行なわれるが、加熱により、基板加熱ヒータ10、被処理基板7の他、サセプタ9、基板保持部材8、流路5などの周辺部品において、すべての温度が変化することになる。しかし、それぞれの構成部品がすべて同一の材料により製作されていることはほとんど無く、それぞれの構成部品はそれぞれ固有の線膨張係数を有している。また、各構成部品は、様々な寸法を有し、更に、他の構成部品と相対的に固定される箇所も様々に異なっている。したがって、ある温度変化による寸法変化は、変化量および方向が、構成部品により様々に異なる。そのため、被処理基板7のある特定の温度において、背景技術で述べたように、基板保持部材8の表面21と、流路5内の基板保持側の底面20の相対位置関係の精度を、0.1mm以下になるように精密に組み立てを行なったとしても、被処理基板7の別の温度においては、その精度を

維持することはできない。

- [0010] たとえば、ある温度状態を示す図6では、基板保持部材8の表面21と、流路5内の基板保持側の底面20の相対位置関係は、同一平面上に位置している。しかし、被処理基板7の温度が上昇した状態を示す図7では、基板加熱ヒータ10からの発熱量が増加し、サセプタ9および基板保持部材8が熱膨張することによって、被処理基板7の位置が、図7に示すように、上方に向かって変化している。この結果、ガス15の流れは、サセプタ9の上流側付近に始まる乱れを生ずる。つまり、ある被処理基板温度において理想的に設定した構成部品の位置関係は、別の被処理基板温度では維持されない。したがって、気相成長装置に求められる理想的なガス流状態を、複数の被処理基板温度を有する結晶成長処理プロセスでは、継続的には維持できないという問題がある。
- [0011] 同様に、より高度な結晶成長を行なうために、結晶成長を行なう処理プロセス中に、反応室内部の気圧(内圧)を変更することも行なわれている。この場合も、反応室内部の気圧の変化によって、たとえば、反応室を構成するチャンバが変形し、内部の構成部品の位置関係が変化する。したがって、被処理基板の温度が変化する場合と同様に、反応室内部の気圧を変更する処理プロセスにおいても、気相成長装置に求められる理想的なガス流状態を維持できないという問題がある。
- [0012] 本発明の課題は、製造プロセス中の動的状態を微調整することにより、均一性の高いエピタキシャル層を形成する気相成長方法および気相成長装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0013] 本発明の気相成長装置は、反応室内で原料ガスにより基板上に薄膜を形成する装置であって、反応室と、基板上に原料ガスを供給し排出する流路と、基板を保持する基板保持部と、基板保持部と流路とを相対的に移動させる移動手段と、移動手段を制御する制御手段と、基板を加熱する加熱手段を備える気相成長装置であって、制御手段が、結晶成長前に予め、成長条件毎の、流路と基板保持部の相対的な位置を計測し、計測した位置データを保存しており、設定される成長条件と保存している位置データに基づき、流路と基板との相対的な位置の変化が小さくなるように、基板

保持部または流路の位置を制御することを特徴とする。

- [0014] 本発明の気相成長方法は、かかる装置を用いる成長方法であって、制御手段が、結晶成長前に予め、成長条件毎の、流路と基板保持部の相対的な位置を計測し、計測した位置データを保存しており、設定される成長条件と保存している位置データに基づき、流路と基板との相対的な位置の変化が小さくなるように、基板保持部または流路の位置を制御することを特徴とする。

発明の効果

- [0015] 本発明によれば、成長条件が異なっても、流路と基板の相対的な位置の変化が小さいため、均一性の高いエピタキシャル成長層を形成することができる。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]本発明を適用した横型MOCVD装置を説明する模式図である。

[図2]本発明を適用した横型MOCVD装置において、第1の実施例で被処理基板を第1の温度に加熱した状態を説明する模式図である。

[図3]本発明を適用した横型MOCVD装置において、第1の実施例で被処理基板を第1の温度に加熱した後、移動手段を動作させて位置の調整を行なった後の状態を説明する模式図である。

[図4]本発明を適用した横型MOCVD装置において、第2の実施例で反応室の内圧を変化させた後の状態を説明する模式図である。

[図5]本発明を適用した横型MOCVD装置において、第2の実施例で反応室の内圧を変化させた後、移動手段を動作させて位置の調整を行なった後の状態を説明する模式図である。

[図6]従来の横型MOCVD装置を説明する模式図である。

[図7]従来の横型MOCVD装置を説明する模式図である。

[図8]本発明における制御手段の構成を説明する模式図である。

符号の説明

- [0017] 1 チャンバ、2 反応室、5 流路、7 基板、10 加熱ヒータ、12 移動手段、13 制御手段、14 フランジ、15 原料ガス、16 対照表、17 センサ、20 流路内の基板保持側の底面、21 基板保持部材の表面、22 基板の結晶成長面。

発明を実施するための最良の形態

- [0018] 本発明の気相成長装置の典型的な例を図1に示す。本装置は、横型MOCVD装置などに代表され、原料ガス15により基板7上に薄膜を形成する。本装置は、反応室2と、基板7上に原料ガス15を供給し、排出する流路5と、基板保持部と、基板保持部、もしくは流路を相対的に移動させる移動手段12と、移動手段12を制御する制御手段13と、基板を加熱する加熱手段10を備える。制御手段13は、結晶成長前に予め、成長条件毎の、流路と基板保持部の相対的な位置を計測し、計測した位置データを保存しており、設定される成長条件と保存している位置データに基づき、流路と基板との相対的な位置の変化が小さくなるように、基板保持部、もしくは流路の位置を制御することを特徴とする。したがって、本装置によれば、気相成長に際して設定される基板の加熱温度または反応室の内圧などの成長条件に合せて、流路と基板との相対的な位置の変化が小さくなるように調整することができるので、基板上で原料ガスが層流を形成しやすくなり、実質的に均一なエピタキシャル成長層を形成することができるようになる。
- [0019] かかる本発明の効果を達成する上で、図1に示すように、流路5内の基板保持側の底面20と、基板7の結晶成長面22とが略同一平面となるように、基板保持部または流路の位置を調整する態様が好ましい。ここに、略同一平面とは、完全に同一の平面である場合のみならず、基板上で原料ガスが層流を形成しやすくなり、実質的に均一なエピタキシャル成長層を形成することができる点で、実質的に同一の平面である場合が含まれる。たとえば、流路5内の基板保持側の底面20と基板7の結晶成長面22とが、 $100 \mu\text{m} - 200 \mu\text{m}$ の間でずれていることが、均一なエピタキシャル成長層を形成するうえで適当であるならば、その状態を略同一平面と定義する。
- [0020] また、本発明によれば、より高度な結晶成長を行なうために、結晶成長を行なう処理プロセス中に、成長条件を変更するような態様、すなわち、結晶の成長条件が2以上である場合においても、基板上での乱流を抑制し、理想的なガス流状態を確保することができる。さらに、各種の成長条件のなかでも、基板の加熱温度または反応室内の内圧は、流路と基板の相対的な位置関係の変化に及ぼす影響が大きいため、設定される成長条件に含めることが好ましい。

- [0021] 装置が設定条件に至った後に、基板保持部の位置制御を行なうと、基板保持部と流路のクリアランスが小さい場合には、基板保持部と流路が接触する虞がある。したがって、かかる事態を回避し、工程を短縮化し、また、一旦位置制御をした後に、微調整をすることが可能となるため、基板保持部の位置制御は、設定された成長条件に至る前に完了する様が好ましい。ここに、設定された成長条件に至る前に制御を完了する様には、設定条件に至る途中に位置制御を完了する様の他、設定条件に至るタイミングに同期して位置制御を完了する様などが含まれる。反応室が設定条件になった後に、結晶成長を開始できるが、たとえば、基板保持部の脚部分などは反応室から遠い位置にあり、熱伝導が遅いため、基板保持部の位置が定常状態に至るまでに多くの時間を要する場合がある。したがって、装置の稼動効率を上げる点から、基板保持部の位置制御は、設定された成長条件に至った後も行なう様が好ましい。
- [0022] 制御手段に内蔵している位置データは、結晶成長前に予め、基板の加熱温度、反応室の内圧などの様々な結晶成長条件における、流路と基板保持部の相対的な位置を計測して得られたデータであり、基板保持部と流路との相対的位置は、便宜上、フランジの位置などを計測することにより表すことができる。また、位置データは、対照表の形で保存することができるが、本発明における制御には、自動制御の他、オペレータによるマニュアル制御も含まれるから、マニュアル制御しやすいように、たとえば、グラフの形で保存することもできる。
- [0023] たとえば、流路と基板保持部との相対的位置データを、対照表で表した例を表1ー5に示す。表1には、成長条件として、基板の加熱温度、反応室の内圧および原料ガスの種類を設定した場合のフランジの位置データが表されている。また、表2には、表1に表された成長条件を組合せた場合の例が表されている。
- [0024] [表1]

成長条件	基板の 加熱温度	反応室 の内圧	原料ガス の種類	位置データ
条件1	温度1	内圧1	ガス1	データ1
条件2	温度2	内圧1	ガス1	データ2
条件3	温度3	内圧2	ガス1	データ3
条件4	温度4	内圧3	ガス2	データ4

[0025] [表2]

組合せ条件	第1の 成長条件	第2の 成長条件	第3の 成長条件
組合せ条件1	条件1	条件2	—
組合せ条件2	条件2	条件3	—
組合せ条件3	条件2	条件4	—
組合せ条件4	条件3	条件1	条件2

[0026] 2以上の気相成長条件からなる製造プロセスにおいては、表3に示すようなマトリックス状の対照表が有利である。表3に示す対照表では、第1の列と第1の行に各種の成長条件を特定し、たとえば、1つの製造プロセス中で、成長条件aから成長条件bへ変更する場合の基板保持部の移動量(以下、「差分」ともいう。)abは、第1行の成長条件aの列と、第1列の成長条件bの行が交差する欄に記載されている。また、成長条件bから成長条件aへ変更する場合の差分baは、第1行の成長条件bの列と、第1列の成長条件aの行が交差する欄に記載されている。

[0027] [表3]

	a	b	c	d
a	—	ba	ca	da
b	ab	—	cb	db
c	ac	bc	—	dc
d	ad	bd	cd	—

[0028] また、設定温度へ遷移する途中に複数回の位置変更を行なうような場合、あるいは、成膜開始後も、サセプタの脚部の熱膨張などに対応するために、複数回の位置変更を行なう必要があるような場合には、1行1列の欄に設定変更後の経過時間Nを記載した表4を使用すると有利である。表5は、成長条件aから成長条件bへ変更する場

合の差分abと、成長条件aから成長条件cへ変更する場合の差分acを、条件変更後の経過時間(分)に合せて列記したものであり、このように必要に応じて様々な対照表を使用することができる。

[0029] [表4]

N	a	b	c	d
a	—	baN	caN	daN
b	abN	—	cbN	dbN
c	acN	bcN	—	dcN
d	adN	bdN	cdN	—

[0030] [表5]

経過時間 (分)	1	2	3	…	N
a→b	ab1	ab2	ab3	…	abN
a→c	ac1	ac2	ac3	…	acN

[0031] 本発明の気相成長方法は、かかる装置を用いて行なう成長方法であって、制御手段が、結晶成長前に予め、成長条件毎の、流路と基板保持部の相対的な位置を計測し、計測した位置データを保存しており、設定される成長条件と保存している位置データに基づき、流路と基板との相対的な位置の変化が小さくなるように基板保持部、もしくは流路の位置を制御することを特徴とする。本発明の方法により、高度に均一なエピタキシャル成長層を形成することができる。

[0032] (実施例1)

本実施例では、図1に示す横型MOCVD装置を用い、反応室内で原料ガスにより基板上に薄膜を形成する気相成長を行なった。この気相成長装置は、直方体形状のチャンバ1で構成される反応室2と、反応室2を貫通して、被処理基板7上に原料ガス15を供給し、排出する流路5を有する。流路5には、一端にガス供給口3と、他端にガス排出口4とが設けられ、流路5の略中央部には、開口部6が形成されている。開口部6には、被処理基板7を載置し、保持する基板保持部材8と、基板保持部材8を支持するサセプタ9が設置され、基板保持部材8とサセプタ9により、基板保持部を構成する。サセプタ9の下部には、被処理基板7を加熱するための基板加熱ヒータ10が

設置され、被処理基板7の温度を検知するセンサ17が、基板保持部材8内部に設置されている。

- [0033] 各構成要素の配置関係は、流路5内の基板保持側の底面20と、基板保持部材8の表面21とが、略同一平面上に位置するように設置されている。さらに、被処理基板の厚みを考慮して、基板保持部材8に形成した凹部に、被処理基板7を載置することによって、被処理基板7の結晶成長面22も、流路5内の基板保持側の底面20および基板保持部材8の表面21と、略同一平面上に位置するように設置されている。サセプタ9と基板加熱ヒータ10を支持するフランジ14は、反応室2を構成するチャンバ1に、伸張収縮自在なベローズ11を介して接続されている。
- [0034] チャンバ1の外部に移動手段12が設置されている。移動手段12は、本体部材12aと、フランジ接触部材12bと、チャンバ接触部材12cと、これらを駆動させる駆動手段(図示していない。)を有する。本実施例では、駆動手段として、モータを使用したが、他の手段も用いることができる。フランジ14は、フランジ接触部材12bに対して、フランジ接触部12b1で接触し、チャンバ1は、チャンバ接触部材12cに対して、チャンバ接触部12c1で接触している。本体部材12aに対して、フランジ接触部材12bは、相対的移動を行なうことができ、また、本体部材12aに対して、チャンバ接触部材12cは、相対的移動を行なうことができる。これらの相対的移動の構成には、ボールネジ・ナット組み合わせ、ガイド・ガイドレール組み合わせまたは油圧ピストンなどを用いる組み合わせが可能である。
- [0035] チャンバ接触部材12cに対して本体部材12aを上方に移動すれば、フランジ14は、チャンバ1に対して相対的に近接する。近接のためには、本体部材12aに対してフランジ接触部材12bを上方に移動させてもよいし、チャンバ接触部材12cに対する本体部材12aの上方移動と、本体部材12aに対するフランジ接触部材12bの上方移動を行なってもよいし、チャンバ接触部材12cに対する本体部材12aの下方移動を行なうと同時に本体部材12aに対するフランジ接触部材12bのより大きな上方移動を行なってもよいし、本体部材12aに対するフランジ接触部材12bの下方移動を行なうと同時にチャンバ接触部材12cに対する本体部材12aのより大きな上方移動を行なってもよい。

- [0036] チャンバ接触部材12cに対して本体部材12aを下方に移動すれば、フランジ14はチャンバ1に対して相対的に遠隔する。遠隔のためには、近接と同様、各種の駆動方法が可能であり、任意の方法を選択することができる。このように、移動手段12は、フランジ14を、図1の上下方向、すなわち、基板表面に対して垂直方向に移動させることができる。
- [0037] 移動手段12を制御する制御手段13のシステム構成を図8に示す。制御手段13は、少なくとも、基板加熱ヒータ10の設定温度に対するフランジ14の位置データを内蔵している。本実施例では、位置データは、図8に示すような対照表16である。このような対照表16は、制御手段13が有する記憶手段18などに格納される。この制御手段13は、入力手段30と、記憶手段18と、温度制御手段31と、CPU32などを備える。入力手段30は、設定温度を含む成膜条件の1または2以上を入力する。記憶手段18は、入力された設定温度などの成膜条件を記憶したり、センサで検知された検知温度を記憶したり、対照表から読み出されたフランジ14の位置を記憶したりする。温度制御手段31は、設定温度に対して基板加熱ヒータの温度を制御する。CPU32は、記憶手段にアクセスして、温度情報に応じたフランジ14の位置を対照表から読み出すなどの機能を果たす。入力手段30としては、タッチパネル、キーボードまたは数字選択ダイヤルなどを使用することができるが、本実施例では、キーボードを使用した。
- [0038] 結晶成長前に予め、基板の加熱温度などの様々な成長条件毎の、流路と基板保持部の相対的な位置を計測し、計測した位置データを対照表に記録し、保存した。具体的には、それぞれの基板加熱ヒータ10の温度において、流路5内の基板保持側の底面20と、基板の結晶成長面22が、略同一平面上に位置するようにフランジ14の位置を調整し、そのときのフランジ14の位置を計測し、位置データを対照表16に記載した。また、流路5内の基板保持側の底面20と、基板の結晶成長面22が、略同一平面上に位置するようにするための調整は、レーザビームを流路5内の基板保持側の底面20と、基板成長面22のそれぞれに照射し、その反射ビームを観察することによって計測される相対位置情報を用いることで行った。
- [0039] サセプタ9は、上下方向で見ると、基板搭載側は自由端で、反対側がフランジ14に固定されている。フランジ14は、サセプタ9の脚部9aに固定され、また、ベローズ11

の一端11aに固定されている。ベローズ11の基板側に近いもう一端11bは、チャンバー1の下方から突き出ているポート19に固定されている。ポート19の内部には、サセプタ9の脚部9aが配置されている。このように流路5と基板保持部材8とは、直線的距離としては非常に近くても、固定関係から経路的に遠い配置、構成関係を持つ。

- [0040] こうした配置・構成関係のため、長尺の脚部9aを持ち、熱膨張率が大きいサセプタ9は、ベローズ11の伸縮がなければ、図2に示すように、高温になるに従って、流路5内の基板保持側の底面20に対して、基板保持部材8の表面21が突出することになる。したがって、流路5内の基板保持側の底面20に対して、基板保持部材8の表面21が、略同一平面上にあるようにするには、ベローズの伸展が必要であり、フランジ14をチャンバー1に対して遠隔させる必要がある。この遠隔は、移動手段12によって行ない、フランジ14の位置データを対照表に入力し、保存した。
- [0041] 本実施例では、成長条件として、第1の基板温度と第2の基板温度からなる製造プロセスを選定した。まず、図1に示すように、常温で被処理基板7を基板保持部材8へ搬送し、基板保持部材8の凹部に基板を載置したところ、基板の結晶成長面22と、流路5内の基板保持側の底面20と、基板保持部材8の表面21とが略同一平面となつた。つぎに、図8に示すように、入力手段30により、オペレータが、設定した温度条件の組合せを入力した後、記憶手段18に格納されていた組合せの成長条件を、CPU32により読み出した。組合せの成長条件は大きく2段階から成り、CPU32により、第1の設定温度情報が、温度制御手段31に伝えられ、温度制御手段31は、基板加熱ヒータ10に電力を投入するとともに、センサ17からの温度情報の取り込みを開始した。記憶手段18は、センサからの温度情報を刻々と記憶した。温度制御手段31は、第1の設定温度と検出された温度情報の比較により、基板加熱ヒータ10への電力投入量を制御して、被処理基板7の温度を第1の設定温度まで昇温させ、その温度を維持した。
- [0042] つづいて、図2に示すように、被処理基板7の温度が上昇すると、周辺部品の温度も上昇するため、各周辺部品が熱膨張し、被処理基板7の結晶成長面22が上向きに移動し、結果として、流路5内の基板保持側の底面20と、被処理基板7の結晶成長面22が、略同一平面上に位置するという条件が満たされなくなった。その結果、仮

にこの状態で原料ガス15を流路5内に導入すると、流路5内の基板保持側の底面20に対して基板保持部材8が突出するので、原料ガス15の流れが乱れることになる。そこで、図8に示すように、制御手段13のCPUは、記憶手段18に格納された対照表16にアクセスし、第1の設定温度に対するフランジの位置情報を、対照表から読み出した後、読み出されたフランジの位置情報により、常温状態の初期のフランジ位置情報と比較し、その差分(基板保持部の移動量)を、駆動手段12dに命令し、流路と基板の相対的な位置の変化が小さくなるように、本体部材などを移動させた。すなわち、図3に示すように、移動手段を駆動し、フランジを下向きに移動させることで、流路内の基板保持側の底面と、基板の結晶成長面が略同一平面上に位置するように調整することができた。

[0043] つぎに、第1の成長条件により気相成長を行なうため、第1の原料ガス15がガス供給口3から流路5へ導入され、サセプタ9の下部に設けられた基板加熱ヒータ10により被処理基板7上での成膜化学反応が促進されることにより被処理基板7上に第1の薄膜形成を行なった。被処理基板7上を通過した原料ガス15はガス排出口4より排出した。第1の成膜の終了後、被処理基板の温度を第2の温度に変更した。被処理基板の温度が第2の温度になると、周辺部品の温度も変化するため、各周辺部品の熱膨張量が変化し、結果として、被処理基板の温度が第1の温度であった場合に調整された流路内の基板保持側の底面と基板の結晶成長面が略同一平面上に位置するという条件を再び満たされなくなった。このため、図8に示すように、制御手段13は、内蔵する基板加熱ヒータの温度に対するフランジの位置情報を、対照表16により再び読み出し、読み出された第2のフランジの位置情報により、第1のフランジの位置情報と比較して、CPUは、駆動手段12dに、差分(基板保持部の移動量)を稼働するように命令した。フランジを移動し、設定温度になってから、第2の原料ガスを装置内部に導入し、第2の成膜を行なった。このような作業により、成膜温度の異なる第1の成膜と第2の成膜の両者において、流路内の基板保持側の底面と、基板の結晶成長面とが略同一平面上に位置するという好ましい条件を満たすことが出来、気相成長条件を変更するような高度のプロセスにおいても、均一性の高いエピタキシャル成長層を形成することができた。

[0044] なお、本実施例では基板側を移動させることで流路内の基板保持側の底面と、基板の結晶成長面が略同一平面上に位置するように調整している。しかし、流路側を移動させることによっても同様の効果が得られる。

[0045] また、本実施例では、熱膨張によって基板と流路との位置ずれが基板表面に垂直な方向に発生する場合を示している。しかし、基板表面に平行な方向に位置ずれが発生する場合であっても、垂直の場合と同様に、基板、もしくは流路を移動させることによって、基板と流路との相対位置を維持することができる。

[0046] (実施例2)

本実施例では、成長条件として第1の反応室の内圧と、第2の反応室の内圧からなる製造プロセスを選定した。まず、実施例1と同様の横型MOCVD装置を用い、結晶成長前に予め、反応室の様々な内圧に対する、流路と基板保持部との相対的な位置を計測し、計測した位置データを対照表16に記録し、保存した。基板保持部の位置の制御は、つぎのようになつた。たとえば、図4に示すように、反応室2を一定の内圧に設定すると、反応室2を構成するチャンバ1が大気圧との圧力差によって膨らみ、チャンバ1内の各構成部品の位置関係も変化する結果、被処理基板7の結晶成長面22の位置が下向きに移動し、流路5内の基板保持側の底面20と、被処理基板7の結晶成長面22が略同一平面上に位置しなくなつた。そこで、図8に示すように、制御手段13は、反応室2の様々な内圧に対するフランジ14の位置データを、結晶成長前に予め、計測し、保存しているので、かかる位置データが保存されている対照表16により、設定される成長条件と保存している位置データに基づき、図5に示すように、移動手段12を駆動し、フランジ14を上向きに移動させ、流路と基板との相対的な位置の変化が小さくなるように、基板保持部の位置を制御した。その結果、流路内の基板保持側の底面20と、基板の結晶成長面22を略同一平面上に位置するように調整できた。その後、実施例と同様に、第1の成膜プロセスを実行した。

[0047] つぎに、第2の成膜を行なうために反応室2を第2の内圧に変更した。すると、反応室2を構成するチャンバ1が大気圧との圧力差によって変形し、チャンバ内部の各構成部品の位置関係も再び変化する。その結果、反応室2の内圧が第1の内圧であった場合に調整された流路5内の基板保持側の底面と、被処理基板7の結晶成長面が

略同一平面上に位置するという条件が再び満たされなくなった。そこで、図8に示すように、制御手段13は、設定される反応室2の内圧と保存している法兰ジの位置データに基づき、移動手段を駆動させ、法兰ジを移動し、流路と基板との相対的な位置の変化が小さくなるように、基板保持部の位置を制御した。その結果、流路内の基板保持側の底面と被処理基板の結晶成長面が略同一平面上に位置するようになった。その後、実施例1と同様に、第2の成膜を実行した。したがって、気相成長条件を変更するような高度のプロセスにおいても、均一性の高いエピタキシャル成長層を形成することができた。

- [0048] なお、本実施例では基板側を移動させることで流路内の基板保持側の底面と、基板の結晶成長面が略同一平面上に位置するように調整している。しかし、流路側を移動させることによっても同様の効果が得られる。
- [0049] また、本実施例では、圧力変化によって基板と流路との位置ずれが基板表面に垂直な方向に発生する場合を示している。しかし、基板表面に平行な方向に位置ずれが発生する場合であっても、垂直の場合と同様に、基板、もしくは流路を移動させることによって、基板と流路との相対位置を維持することができる。
- [0050] 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

請求の範囲

- [1] 反応室(2)内で原料ガス(15)により基板(7)上に薄膜を形成する気相成長方法であって、
反応室(2)と、
前記基板(7)上に原料ガス(15)を供給し、排出する流路(5)と、
前記基板(7)を保持する基板保持部と、
該基板保持部と前記流路(5)とを相対的に移動させる移動手段(12)と、
該移動手段(12)を制御する制御手段(13)と、
前記基板(7)を加熱する加熱手段(10)
を備える装置を用いる気相成長方法であって、
前記制御手段(13)は、結晶成長前に予め、成長条件毎の、流路(5)と基板保持部の相対的な位置を計測し、計測した位置データを保存しており、
設定される成長条件と保存している位置データに基づき、流路(5)と基板(7)との相対的な位置の変化が小さくなるように、基板保持部または流路(5)の位置を制御することを特徴とする気相成長方法。
- [2] 流路内の基板保持側の底面(20)と基板の結晶成長面(22)とが略同一平面となるように、基板保持部の位置または流路(5)の位置を制御することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の気相成長方法。
- [3] 設定される成長条件が、2以上である請求の範囲第1項に記載の気相成長方法。
- [4] 前記成長条件が、基板(7)の加熱温度を含む請求の範囲第1項に記載の気相成長方法。
- [5] 前記成長条件が、反応室(2)の内圧を含む請求の範囲第1項に記載の気相成長方法。
- [6] 前記制御手段(13)は、設定された成長条件に至る前に前記制御を完了する請求の範囲第1項に記載の気相成長方法。
- [7] 前記制御手段(13)は、設定された成長条件に至った後も前記制御を行なう請求の範囲第1項に記載の気相成長方法。
- [8] 反応室(2)内で原料ガス(15)により基板(7)上に薄膜を形成する気相成長装置で

あって、

反応室(2)と、

前記基板(7)上に原料ガス(15)を供給し、排出する流路(5)と、

前記基板(7)を保持する基板保持部と、

該基板保持部と前記流路(5)とを相対的に移動させる移動手段(12)と、

該移動手段(12)を制御する制御手段(13)と、

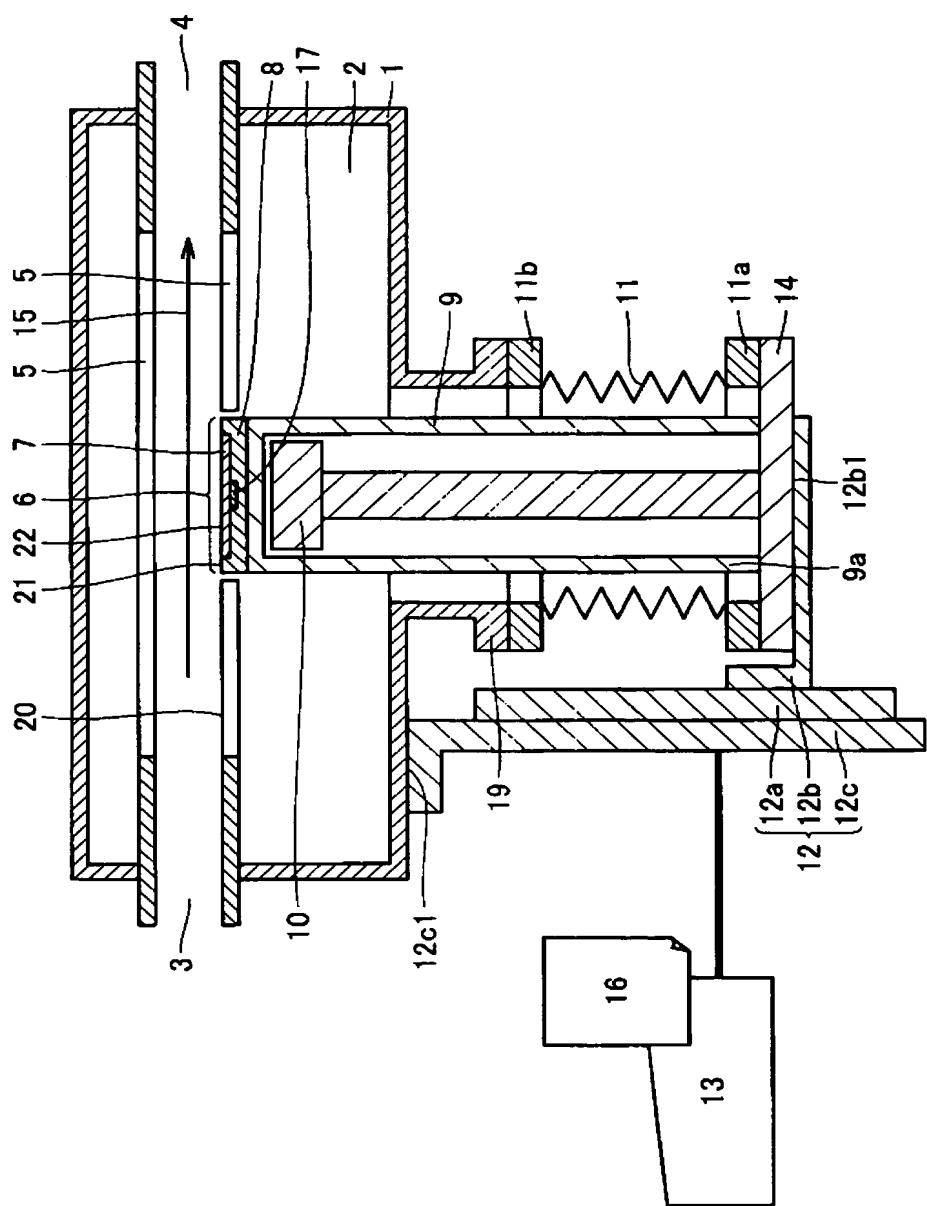
前記基板(7)を加熱する加熱手段(10)

を備える気相成長装置であって、

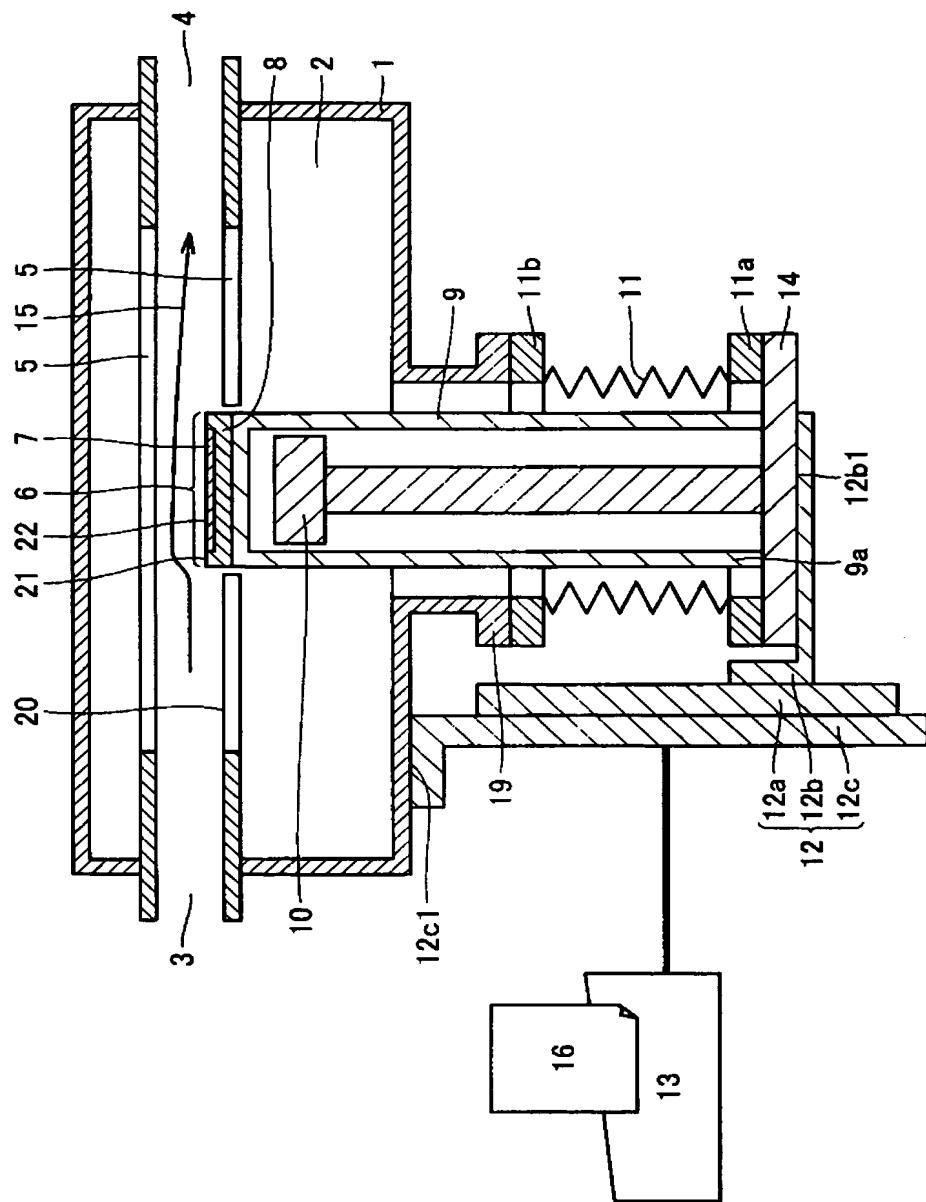
前記制御手段(13)は、結晶成長前に予め、成長条件毎の、流路(5)と基板保持部の相対的な位置を計測し、計測した位置データを保存しており、

設定される成長条件と保存している位置データに基づき、流路(5)と基板(7)との相対的な位置の変化が小さくなるように、基板保持部の位置または流路(5)の位置を制御することを特徴とする気相成長装置。

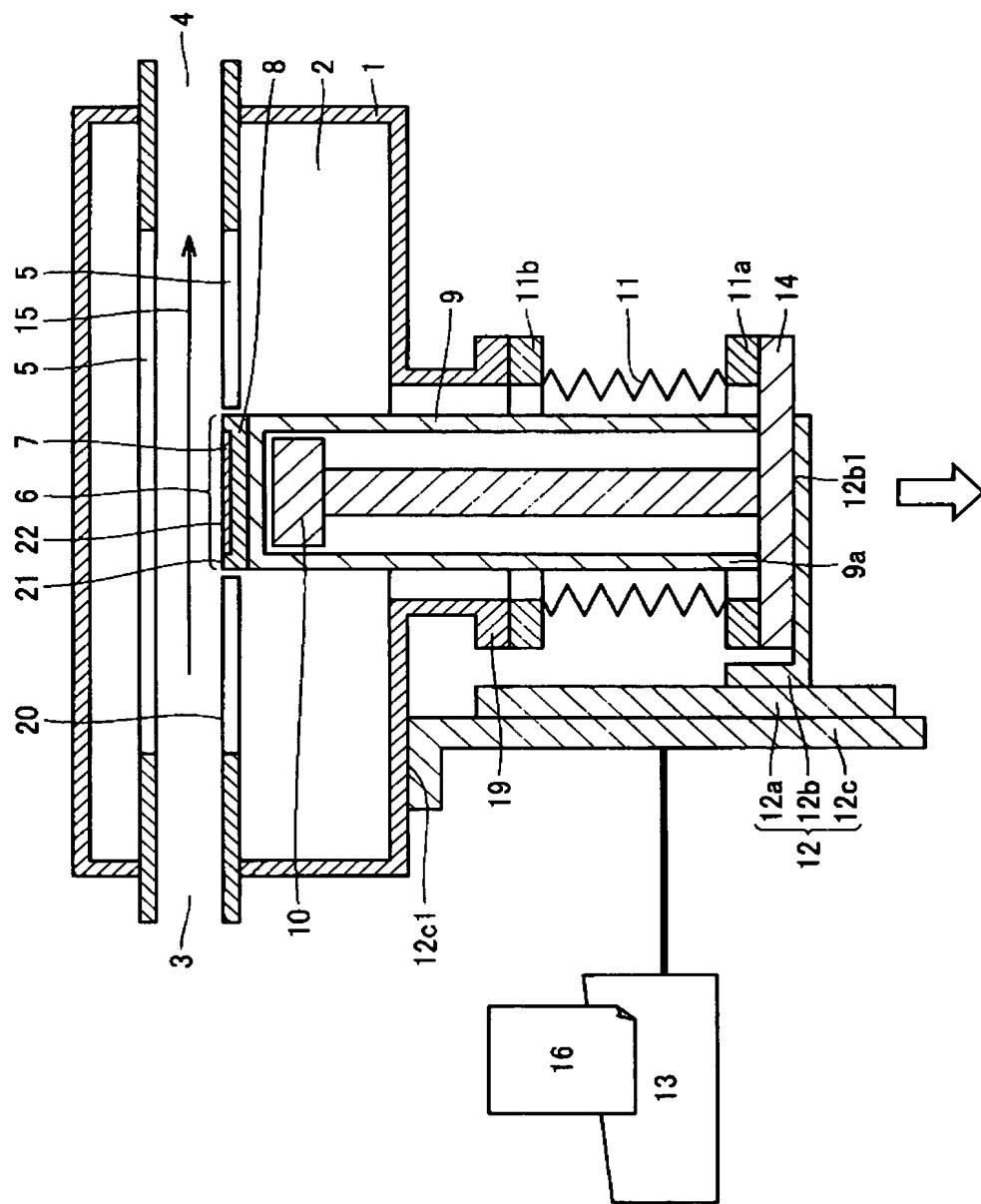
[図1]



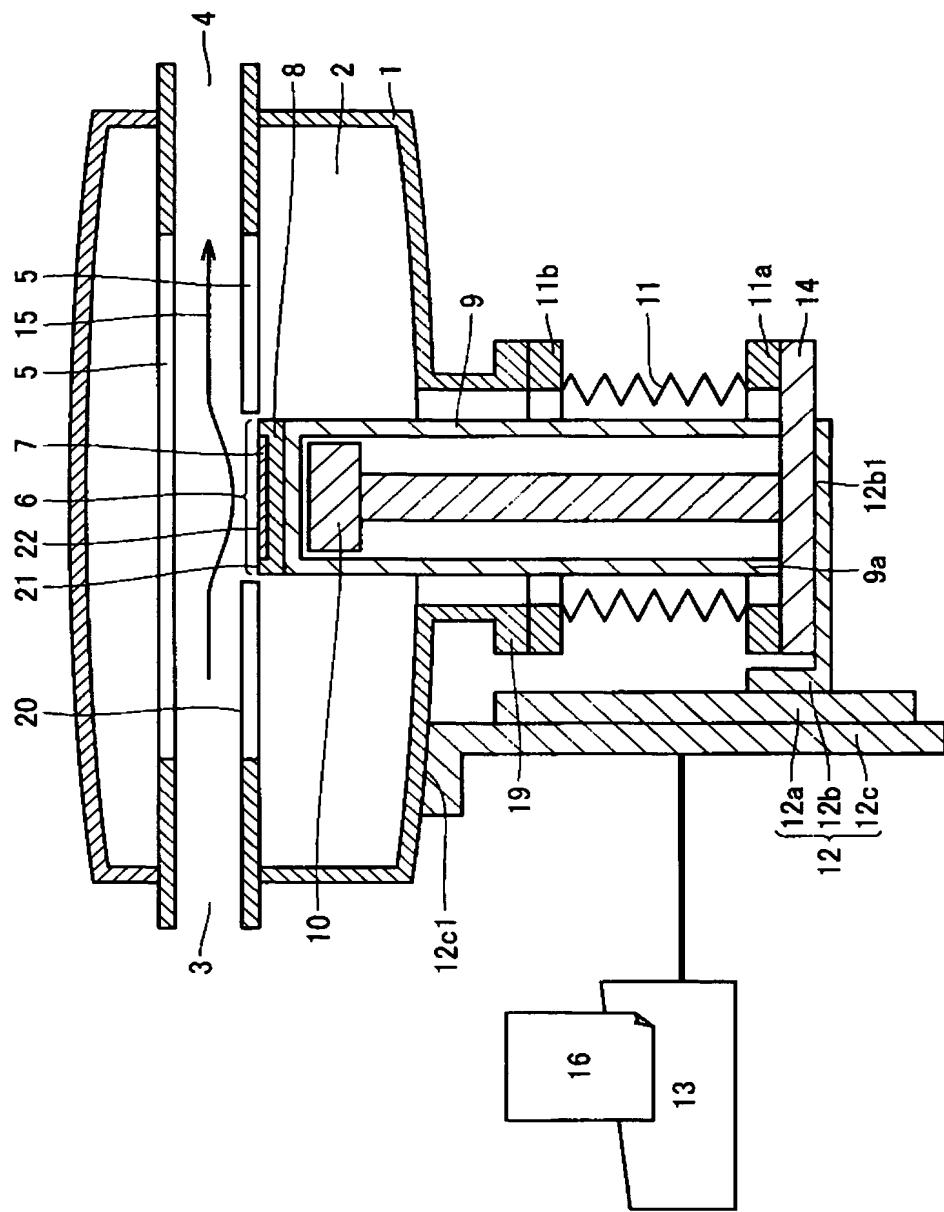
[図2]



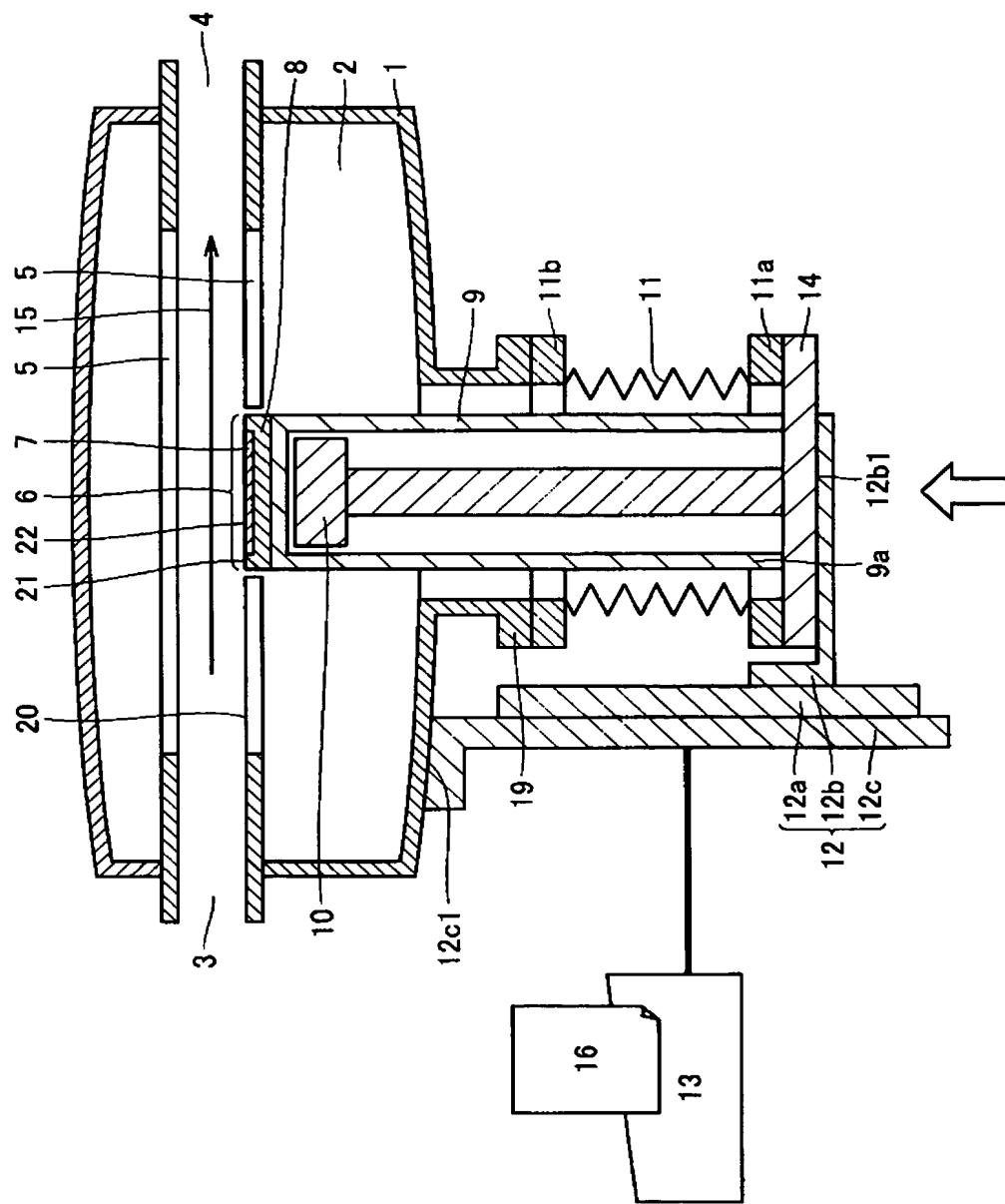
[図3]



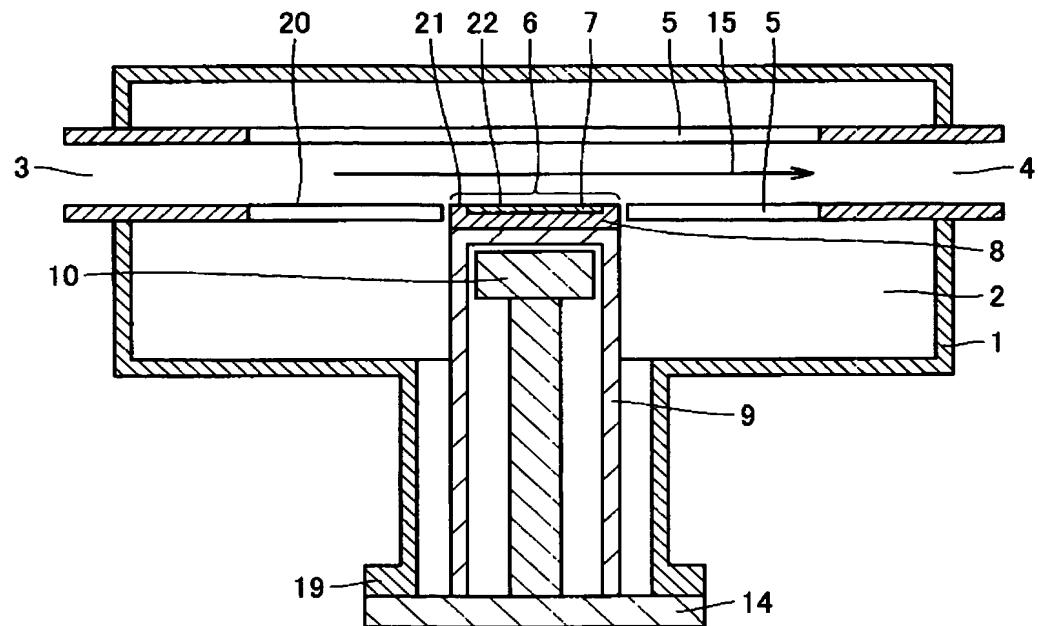
[図4]



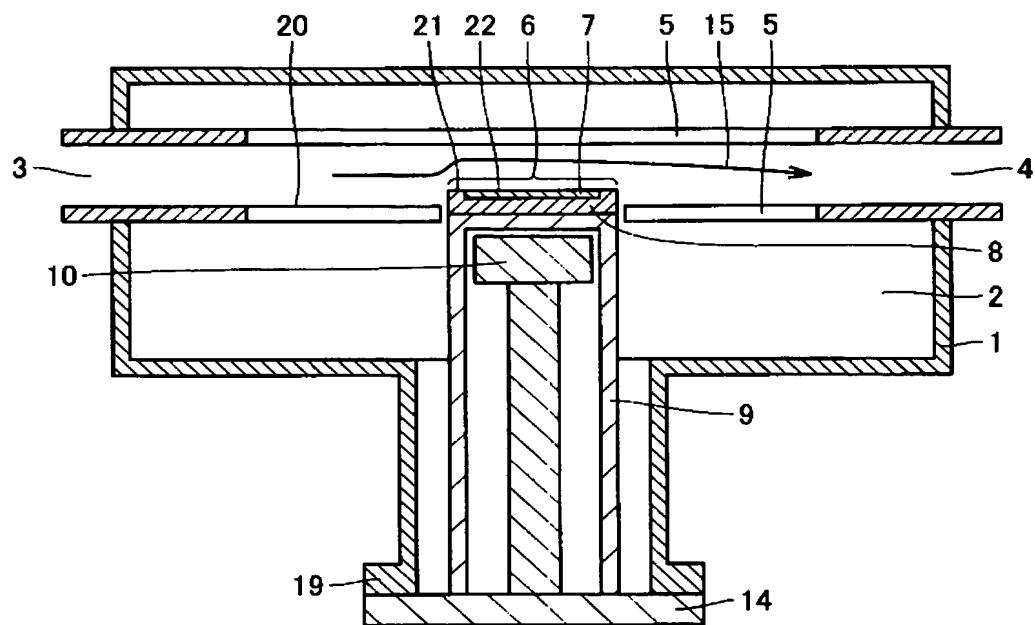
[図5]



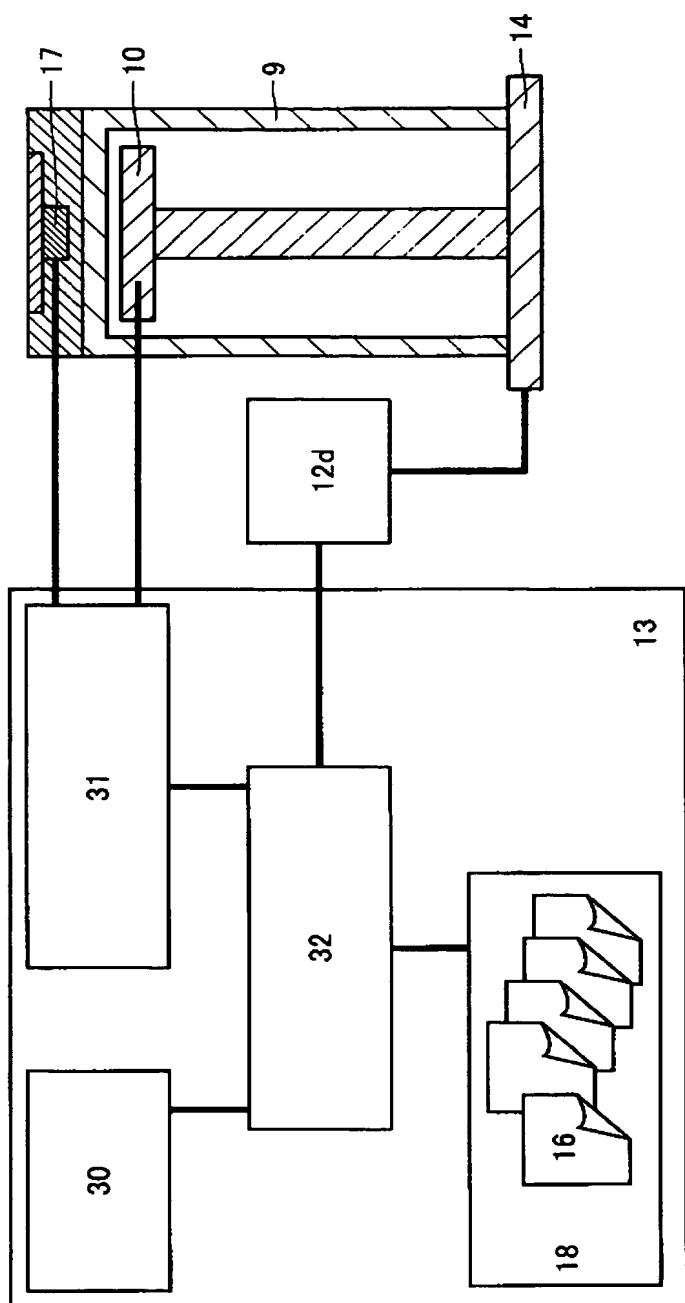
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/JP2004/014201
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl' H01L21/205, C23C16/52

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl' C23C16/00-16/56, H01L21/205

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3-77314 A (Yamato Handotai Sochi Kabushiki Kaisha), 02 April, 1991 (02.04.91), Page 8, lower left column, line 18 to lower right column, line 13; Fig. 2 (Family: none)	1-8
P,A	JP 2004-186211 A (Nippon Sanso Corp.), 02 July, 2004 (02.07.04), Par. Nos. [0009] to [0018]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 16 December, 2004 (16.12.04)	Date of mailing of the international search report 11 January, 2005 (11.01.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl' H01L 21/205, C23C 16/52

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. Cl' C23C 16/00 - 16/56, H01L 21/205

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 3-77314 A (大和半導體装置株式会社), 1991.04.02 8頁左下欄18行-右下欄13行, 第2図 (ファミリーなし)	1-8
P, A	JP 2004-186211 A (日本酸素株式会社), 2004.07.02 【0009】-【0018】、図1-2 (ファミリーなし)	1-8

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 12. 2004

国際調査報告の発送日

11.1.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

和瀬田 芳正

4R 2929

電話番号 03-3581-1101 内線 3469